中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 29(1)：35～46 (1980)

臺灣東部水稻胡麻葉枯病稻田肥力改進試驗[1]

李子純[2] 許雨順 林慶喜[3]

摘要：由於 66 年度在本省東部地區所作土壤肥力與水稻胡麻葉枯病的關係研究試驗中，發現東部地區胡麻葉枯病的發生係由於土壤中有效性矽錳及鉀的含量偏低之故。為尋求減輕此種病害的發生以提高水稻產量的適當方法，乃於 67 年度繼續在東部選取發病較重地點五處，施用矽礦滓(4 t/ha)，倍量鉀肥 (120 kg K_2O/ha) 及硫酸錳 (100 kg/ha)，觀察其對病害及產量的影響。

經一年兩期作試驗的結果，發現施用前述三者的單獨效果以矽礦滓最佳，使一期作五試區平均增產 11 %，其次為倍量鉀肥，平均增產 2 %，而硫酸錳則僅增產 1 %。當矽礦滓與倍量鉀肥合施時，兩期作分別增產 15 及 16 %。而三者同時施用時，效果更好，使一、二期作的病害分別減輕 48 及 34 %，產量也因此分別增加 16 及21%。

又由罹病指數及稻谷產量與水稻體內的營養素關係發現其間關係最密切者除去年度已發現之 SiO_2 及 K/Mg 比外，更與稻體內 SiO_2/K 比有極密切的關係，由此更證實作物生長中必須注意其體內營養素的平衡，而施用過量鉀肥時更須注意矽之施用，以保持其與鉀間的適當比例。

胡麻葉枯病為本省東部地區一種極為普遍的水稻病害，為明瞭其與土壤肥力的關係，曾於 66 年在東部地區選取發病程度不同之稻田 30 處，比較發病程度不同處之土壤肥力差別情形。經兩期作之試驗結果 (1) ，發現此病害之發生與土壤中有效性矽、鉀及錳之含量有極顯著之負相關關係，即土壤中有效性矽、鉀及錳之含量愈低，愈易發生此種病害。而土壤分析結果顯示東部地區土壤中鉀、錳及矽的含量多偏低。

由於上述發現，乃於 67 年繼續在東部地區所設 30 觀察點中選取發病較重稻田五處，施以前述土壤缺乏要素，觀察其對胡麻葉枯病及水稻產量的影響。

試驗方法

一、田間試驗

(一) 試驗地點之選取：由 66 年在東部地區所設之 30 觀察田中選取發病較重之稻田四處，並在花蓮農業改良場 (吉安) 中設一試驗區，共計五處。

(二) 試驗處理：共設七處理如下：

1. CK 對照區 (N. P. K 肥料以當地適量為準，原則上為
   一期作 N-P_2O_5-K_2O 120-60-60 kg/ha；

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 912 號。本研究承農復會資助，國科會獎助，謹此致謝。
2. 本所農化系技正，臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。
3. 花蓮農業改良場技正兼作物環境課課長、技士．臺灣省 花蓮縣 吉安鄉。

二期作 100-60-60 kg/ha.。

2. M 加錳區（另加 100 kg/ha $MnSO_4$）。

3. MK 加錳及增鉀區（M ＋ 120 kg/ha K_2O）。

4. MS 加錳及矽礦滓（M＋4 tons/ha 矽礦滓）。

5. SK 加矽礦滓及增鉀區（4 tons/ha 矽礦滓＋120 kg/ha K_2O）。

6. MSK 加錳，矽礦滓及增鉀區（SK＋100 kg/ha $MnSO_4$）。

7. Mf 葉面噴施錳區（$MnCl_2$ 葉面噴施，0.2 % $MnCl_2$ 溶液內含黏着劑於抽穗前十日及齊穗期共噴兩次）。

（三）試驗設計：採逢機區集設計，重複四次，小區面積 20 m^2。

（四）記錄項目：孕穗期及抽穗期作罹病指數調查，成熟時作產量及產量構成要素記錄。罹病指數調查仍參考國際稻米研究所印行之「水稻標準檢定方法」[2]。將水稻葉片病斑面積分爲1％、5％、25％及50％等四級，其指數則分爲1、3、5、7、9等五級，即 0.1～1％＝1，1.1～5％＝3、5.1～25％＝5、25.1～50％＝7、50.1％以上＝9，依此基準，罹病指數之計算方法爲：

$$罹病指數=\frac{（各級指數\times各該級發病葉數）之總和}{最大指數（即9）\times總葉數}\times100$$

發病調查在每試驗小區共調查 120 片葉，第一次（孕穗期）調查葉爲由上起第2、3、4葉；第二次（抽穗期）爲由上起第1、2、3葉。

二、室內分析

（一）土壤分析：試驗前於各試驗區採集表土 15 cm 樣本作土壤性質分析，項目包括 pH、有機質、陽離子交換能量（CEC），交換性 Ca, Mg, K, 有效性 P, K, SiO_2, 0.1 N HCl 抽取性

表 1. 試驗區之土壤性質

Table 1. Soil chemical properties of the experimental plots

地點	pH	CEC (me/100)	available (ppm)			0.1 N HCl extractable (ppm)			
			P	K	SiO_2	Fe	Mn	Cu	Zn
吉安	7.69	8.95	51	20	25	275	125	9.5	6.6
玉里	6.68	12.08	46	40	75	625	9	12.5	6.4
光復	7.37	10.83	52	35	68	525	37	19.0	8.6
壽豐	7.34	7.83	23	19	0	9	98	0.5	2.0
鳳林	7.21	11.75	56	41	88	600	85	16.8	10.0

地點	O. M. %	Ex. & solu. (me/100)			Free Fe %	%			Texture
		Ca	Mg	K		Sand	Clay	Silt	
吉安	2.11	16.35	1.03	0.09	0.59	18.26	17.74	64.00	SiL
玉里	3.72	7.05	1.13	0.22	0.45	18.26	17.74	64.40	SiL
光復	3.25	8.14	1.24	0.12	0.65	16.26	13.74	70.00	SiL
壽豐	3.00	21.97	2.14	0.08	0.26	44.26	11.74	44.00	L
鳳林	3.02	7.79	3.02	0.12	0.96	22.26	15.74	62.00	SiL

Fe. Mn. Cu. Zn 及機械分析等，其方法與前試驗相同[1]。

（二）植物分析：兩期作水稻抽穗期於各試區分別採取各處理水稻植株樣本，經 75—80°C 烘乾，去除其穗部，磨細，作植物分析。分析項目包括 N. P. K. Ca. Mg. SiO_2. Fe. Mn. Cu. Zn 等。

（三）統計分析：由植物分析結果及田間調查資料，以程式電子計算機進行相關分析，以明瞭水稻罹病指數及其產量與稻體中營養素間的關係。

結 果 及 討 論

本試驗共進行兩期作。一期作試驗區爲吉安（花蓮農業改良場農場），光復、玉里、壽豐及鳳林等五處。二期作爲除鳳林外之其他四處。

一、試驗區之土壤性質

五試驗區之土壤分析結果列於表 1。由表 1 知五試驗區土壤除玉里爲中性外，其他四處均爲微碱性反應。陽離子交換能量（CEC）由 7.8 至 12.1 meq/100g soil。有效性鉀多偏低，有效矽一般含量不高、吉安及壽豐二處在臨界濃度 40 ppm[3] 以下。

二、不同處理對罹病指數及稻谷產量的影響

兩期作罹病指數，稻穀產量及產量構成要素列於表 2. 由表 2 所列兩期作各處理稻穀產量指數知七處理中，以處理 6，即同時施用硫酸錳、矽礦滓及倍量鉀肥之處理，在各試驗區中產量均爲最高（僅玉里情形例外）。其次爲處理 4（即施用硫酸錳、矽礦滓）及處理 5（倍量鉀肥、矽礦滓），此二處理爲各試區中產量僅次於第 6 處理者。

又由表 2 知兩期作中增產效果最佳之地點均爲光復，其對照區之穀產量在兩期作中也均爲最低者

表 2. 罹病指數，稻穀產量及產量構成要素

Table 2. Disease index, grain yield and yield components of the experimental plots

地點	處理	罹病指數		穀產量及產量指數 (kg/ha)				穗重 (g)		稔實率		千粒重	
		一期作	二期作	一期作		二期作		一期作	二期作	一期作	二期作	一期作	二期作
吉安	1 CK	37.0	35.8	3992	100	2488	100	51.8	34.8	89.9	56.0	23.4	23.3
	2 M	33.6	31.7	3957	99	2563	103	50.6	35.3	89.6	59.0	24.5	23.7
	3 MK	31.3	28.4	4032	101	2650	106	51.0	35.3	91.2	60.8	23.9	23.5
	4 MS	25.0	24.0	4550	114	2875	115	66.8	46.0	91.9	65.9	24.3	23.4
	5 SK	23.3	23.2	4670	117	2975	119	65.4	44.9	91.7	64.4	25.4	24.2
	6 MSK	22.7	19.6	4720	118	3175	127	60.0	41.6	92.1	62.0	25.3	23.9
	7 Mf	34.1	32.7	3997	100	2650	106	51.7	37.4	92.0	60.5	24.6	22.8
光復	1 CK	36.1	51.8	3575	100	1438	100	55.4	30.5	80.7	53.0	22.0	22.2
	2 M	30.1	47.6	3675	103	1875	130	58.4	28.0	80.7	51.4	21.3	22.4
	3 MK	30.8	41.6	4000	112	2238	155	48.9	36.4	83.1	54.5	22.7	22.6
	4 MS	17.5	38.6	4275	120	2156	149	59.7	36.4	84.4	56.2	23.1	22.8
	5 SK	18.5	36.7	4594	129	2363	164	60.0	37.0	84.5	57.8	22.9	22.6
	6 MSK	14.6	33.7	4694	131	2363	164	63.4	40.6	84.6	59.3	22.8	22.9
	7 Mf	—	49.9	—	—	1613	112	—	32.3	—	48.6	—	22.5

續表 2.

地點	處理	罹病指數		穀產量及產量指數 (kg/ha)				穗重 (g)		稔實率		千粒重	
		一期作	二期作	一期作		二期作		一期作	二期作	一期作	二期作	一期作	二期作
玉里	1 CK	42.1	40.4	4450	100	4300	100	48.3	62.3	79.6	82.1	24.8	25.4
	2 M	34.1	36.0	4535	103	4500	104	50.7	57.8	81.3	85.1	25.1	25.1
	3 MK	30.5	33.4	4680	106	4094	95	59.6	66.4	84.1	80.9	25.8	24.9
	4 MS	26.7	33.1	5005	114	3340	77	55.9	60.2	84.5	82.5	25.5	25.4
	5 SK	24.1	33.7	5050	115	4250	98	60.0	60.9	81.9	83.5	25.4	24.7
	6 MSK	23.6	30.8	4900	111	4131	96	48.3	64.7	80.6	87.0	26.4	25.0
	7 Mf	31.1	39.8	4670	106	4156	96	51.6	56.2	77.9	81.0	25.7	24.5
壽豐	1 CK	23.6	39.1	4432	100	2350	100	57.5	39.2	92.3	54.7	25.5	23.4
	2 M	19.2	34.3	4675	106	2450	104	56.9	46.2	92.1	54.1	26.7	23.4
	3 MK	17.4	39.9	4800	108	2650	112	63.4	46.2	92.5	55.9	23.8	23.4
	4 MS	12.3	28.5	5057	114	2850	121	60.5	50.1	93.5	62.0	27.1	23.7
	5 SK	13.7	30.3	5100	115	2700	114	62.4	50.5	92.3	64.3	26.6	23.9
	6 MSK	11.9	26.1	5082	115	3200	136	66.1	49.9	92.2	63.6	25.1	23.9
	7 Mf	17.8	39.0	4745	107	2150	91	58.4	39.8	93.4	57.2	24.5	23.5
鳳林	1 CK	16.2	—	4875	100	—	—	59.1	—	88.1	—	24.2	—
	2 M	12.3	—	4891	100	—	—	64.4	—	90.4	—	26.9	—
	3 MK	12.2	—	4860	100	—	—	69.6	—	90.5	—	25.5	—
	4 MS	10.9	—	5250	108	—	—	60.6	—	90.0	—	25.7	—
	5 SK	12.0	—	5078	104	—	—	60.7	—	91.8	—	25.9	—
	6 MSK	8.4	—	5250	108	—	—	71.6	—	91.3	—	26.5	—

，增產效果最小者一期作爲鳳林，二期作爲玉里，其對照區產量在各該期作中也分別爲各試驗區中最高者。

本試驗二期作中，光復、壽豐及吉安三試驗區於水稻生長後期因受連續陰雨影響，其稔實率均低，吉安試區更發生不稔症，致影響產量甚大。而玉里試區因插秧較早，且品種由農家擅自更改爲高雄選 1 號（其他試區均爲臺南 5 號）。故玉里水稻成熟較早，未受生長後期陰雨影響，產量正常，而較其他三處高出甚多。

爲比較各處理對罹病指數及產量的影響，將一期作五試驗區，二期作四試驗區各處理的平均值列於表 3。由表 3 知處理 6 (MSK) 在一期作將罹病指數由 31 減至 16，即病害減輕約 48 %；二期作由 42 減至 28，病害約減輕 34 %。產量也因此相對提高，使一期作增產 16 %，二期作增產 21 %。

處理 4 (MS) 及 5 (SK) 對罹病指數的降低及產量的提高也極爲明顯，唯兩處理間的差異不大。

處理 2 (M) 及 3 (MK) 也略微減低了罹病指數，增加了產量，但效果較小。

表 3. 不同處理對罹病指數及稻穀產量的影響

Table 3. Treatment effects on disease index and grain yield of the rice plant (Average of 5 and 4 experimental plots for the 1st and 2nd crop respectively)

處理 Treatment	罹病指數 Disease index		穀產量 Grain yield		產量指數 Yield index	
	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop
1 CK	31.0	41.8	4265	2644	100	100
2 M	25.9	37.4	4347	2847	102	107
3 MK	24.4	35.8	4474	2908	105	109
4 MS	18.5	31.1	4827	2805	113	106
5 SK	18.3	31.1	4898	3072	115	116
6 MSK	16.2	27.6	4929	3217	116	121
7 Mf	—	40.4	—	2642	—	100

處理 7 (Mf) 係葉面噴施錳者。一期作時光復試區因噴施時使用之噴霧器內有未洗淨之殺草劑，致水稻受藥害引起稻株矮化不抽穗，故一期作此處理未列平均值。二期作結果顯示處理 7 無效。

罹病指數與稻穀產量及產量構成要素間之相關關係列於表 4 。此表顯示一期作中罹病指數與稻穀產量及產量構成要素間均成極顯著之負相關關係，水稻產量之高低在一期作中確係受罹病程度左右，二期作則因產量受氣候不良影響，故其與罹病指數間的關係遠遜於一期作者，僅達 5 %顯著程度。

表 4. 罹病指數與產量及產量構成要素間的關係

Table 4. Relationship between disease indexand grain yield, yield components

因變數 Dependent variable	主變數 Independent variable	單相關係數 Simple correlation coefficient	
		1st crop	2nd crop
穀產量 Grain yield	罹病指數 Disease index	−0.7461**	−0.3915*
穗重 Panicle wt.	罹病指數 Disease index	−0.7717**	−0.3267 ns
稔實率 Filled grain %	罹病指數 Disease index	−0.5198**	−0.2855 ns
千粒重 Thousand grain wt.	罹病指數 Disease index	−0.4029*	−0.4012*
穀產量 Grain yield	穗重 Panicle wt.	0.5427**	0.9028**
穀產量 Grain yield	稔實率 Filled grain %	0.2994 ns	0.9441**
穀產量 Grain yield	千粒重 Thousand grain wt.	0.7359**	0.9086**

* Significant at 5% level, ** significant at 1% level, ns not-significant.

三、倍量鉀肥、矽礦滓及硫酸錳對稻穀產量的影響

為單獨比較鉀、錳及矽的效果，將六處理 (Mf 處理除外) 分為三組，以比較其對稻穀產量的影響，即：

1. MK : M； MSK : MS. 比較倍量鉀肥的效果。
2. MSK : MK； MS : M. 比較矽礦滓的效果。

3. MSK : SK； M. CK. 比較硫酸錳的效果。

其一期作結果繪於圖1及2，二期作產量因受後期氣候不良影響，結果不甚可靠，故未予繪圖。

圖1爲施用倍量鉀肥的增產效果，五試驗區中，倍施鉀肥的效果以吉安及光復較高，增產效果分別爲3％及6％，其他三區效果不顯。五試驗區平均增產僅達2％。

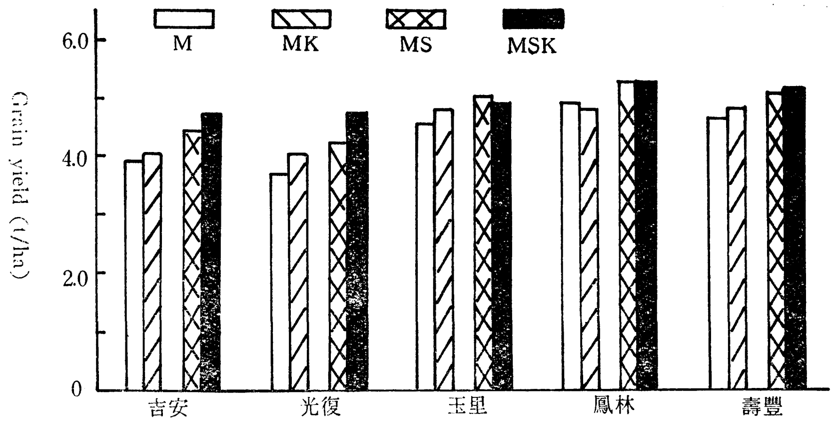

圖 1. 倍量鉀肥對稻穀產量的影響

Fig. 1. The effect of extra potash on grain yield

圖2爲施用矽礦滓的效果，各試驗區中也以吉安及光復效果最好，分別增產 16 及 17 ％，其他三區均爲7％。五試驗區平均增產 11 ％。

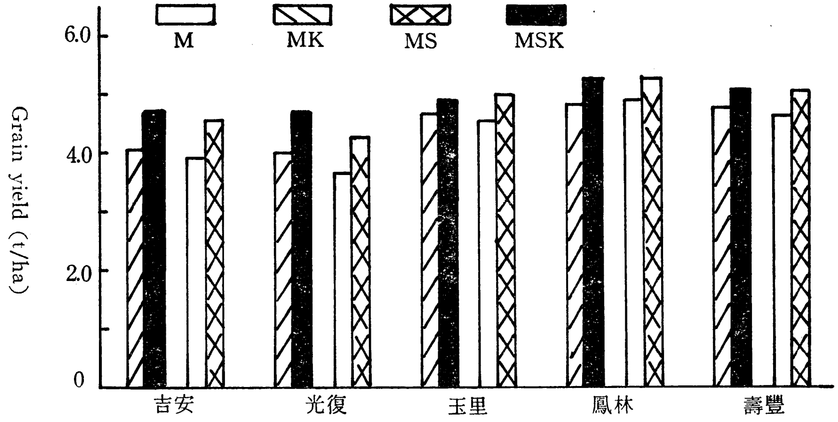

圖 2. 矽礦滓對稻穀產量的影響

Fig. 2. The effect of silicate slag on grain yield

錳的效果因較鉀更不明顯，五試區平均增產僅1％，故未予繪圖。

四、稻熱病指數與稻株中礦物元素含量間的關係

兩期作植物分析結果列於表5，表6爲稻熱病指數與稻株中營養素含量的相關關係（將各試區各處理合併計算）。

表6顯示稻熱病指數在一期作中僅與稻株中矽的含量及矽與氮、鉀間的比例有極顯著的負相關關係，

但其與矽氮比的相關係數較與矽單獨的相關係數爲小。與稻株中其他營養元素含量關係均未達顯著程度。

二期作則除此關係外，又與稻株中 Mg 及 Zn 的含量成極顯著正相關關係，與 K：Mg 比成極顯著負相關關係。

表 6. 罹病指數與稻株內礦物元素含量的關係

Table. 6. Relationship between disease index and mineral components of the rice plant

因變數 Dependent variable	主變數 Independent variable	單相關係數 Simple correlation coefficient 1st crop	2nd crop
罹病指數 (Disease index)	Mg	0.3085 ns	0.7727**
	SiO_2	−0.6749**	−0.7168**
	Zn	0.2969 ns	0.7690**
	K/Mg	−0.2586 ns	−0.7089**
	SiO_2/N	−0.5361**	−0.6387**
	SiO_2/K	−0.7079**	−0.7491**

* Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

ns Not significant.

表 5. 水稻植株內礦物元素含量

Table 5. Mineral composition of rice plants at the panicle-emergence stage

地點	處理	N (%) 一期	N (%) 二期	P (%) 一期	P (%) 二期	K (%) 一期	K (%) 二期	Ca(%) 一期	Ca(%) 二期	Mg(%) 一期	Mg(%) 二期	SiO_2(%) 一期	SiO_2(%) 二期	Fe (ppm) 一期	Fe (ppm) 二期	Mn (ppm) 一期	Mn (ppm) 二期	Cu (ppm) 一期	Cu (ppm) 二期	Zn (ppm) 一期	Zn (ppm) 二期
吉安	1 CK	1.05	1.33	0.18	0.20	2.20	1.58	0.32	0.36	0.16	0.18	4.90	5.02	75	88	172	263	7.5	8.8	24.5	18.3
	2 M	1.10	1.03	0.16	0.21	2.13	1.70	0.34	0.24	0.15	0.16	4.94	5.14	78	78	207	275	7.5	9.4	23.3	21.8
	3 MK	0.87	0.98	0.17	0.22	2.21	1.70	0.28	0.25	0.15	0.17	5.06	5.07	85	83	200	375	7.5	6.3	22.6	20.8
	4 MS	0.92	1.15	0.16	0.19	2.32	1.70	0.32	0.29	0.15	0.17	6.48	7.40	70	85	200	245	6.9	7.5	17.0	15.0
	5 SK	0.93	1.43	0.18	0.21	2.12	1.66	0.28	0.38	0.15	0.18	5.72	7.74	70	93	149	258	8.8	7.5	19.4	15.0
	6 MSK	1.10	1.00	0.17	0.22	2.08	1.69	0.30	0.31	0.15	0.16	6.00	6.24	75	63	180	265	7.5	7.5	20.0	16.3
	7 Mf	1.00	1.18	0.18	0.21	2.15	1.67	0.30	0.28	0.16	0.19	4.69	5.06	73	93	173	248	7.5	7.5	24.0	18.1
光復	1 CK	1.41	1.10	0.25	0.24	1.92	1.86	0.26	0.25	0.21	0.25	2.74	3.01	90	70	164	190	7.5	8.1	22.0	42.5
	2 M	1.16	0.95	0.22	0.22	1.92	1.72	0.24	0.24	0.20	0.25	2.91	3.26	90	55	226	225	7.0	8.1	22.5	30.0
	3 MK	1.32	1.20	0.24	0.22	2.13	1.78	0.26	0.25	0.19	0.24	3.91	4.94	90	68	197	280	6.3	7.5	24.0	26.3
	4 MS	1.07	0.95	0.21	0.20	1.90	1.73	0.22	0.53	0.18	0.24	4.72	6.13	68	73	168	270	6.3	6.9	18.0	25.0
	5 SK	1.17	1.30	0.23	0.20	1.87	1.84	0.23	0.34	0.19	0.22	5.63	6.73	73	78	143	145	6.3	8.8	16.3	25.0
	6 MSK	1.02	1.25	0.25	0.19	2.12	1.77	0.21	0.29	0.20	0.23	5.36	5.39	83	63	176	260	7.0	10.0	20.0	36.3
	7 Mf	—	1.38	—	0.19	—	1.69	—	0.33	—	0.24	—	2.52	—	80	—	315	—	10.0	—	31.3

續表 5.

地點	處理	N (%)		P (%)		K (%)		Ca (%)		Mg (%)		SiO_2 (%)		Fe (ppm)		Mn (ppm)		Cu (ppm)		Zn (ppm)	
		一期	二期	一期	二期	一期	二期	一期	二期	一期	二期	一期	二期	一期	二期	一期	二期	一期	二期	一期	二期
玉里	1 CK	0.98	1.63	0.26	0.22	1.82	1.83	0.21	0.35	0.18	0.20	4.29	5.92	65	80	65	165	7.5	6.9	29.0	27.5
	2 M	0.95	1.58	0.26	0.23	1.77	1.98	0.19	0.41	0.18	0.22	4.23	5.14	65	90	95	485	7.0	8.1	26.3	30.0
	3 MK	0.98	1.48	0.26	0.24	1.74	2.06	0.22	0.30	0.16	0.20	4.85	4.72	70	100	109	395	7.5	8.1	20.0	25.0
	4 MS	1.05	1.33	0.25	0.24	1.58	1.97	0.22	0.31	0.17	0.21	5.86	6.71	60	80	88	265	7.0	6.9	17.5	20.0
	5 SK	1.01	1.40	0.25	0.24	1.74	2.14	0.22	0.25	0.18	0.19	5.67	6.14	55	70	55	175	6.3	10.0	18.0	22.5
	6 MSK	1.11	1.53	0.25	0.23	1.77	2.17	0.20	0.36	0.17	0.19	5.68	6.11	65	80	85	335	7.0	8.8	17.5	21.3
	7 Mf	1.43	1.78	0.26	0.22	1.84	2.02	0.21	0.43	0.17	0.21	3.87	4.66	63	93	70	335	6.3	10.0	24.5	20.0
壽豐	1 CK	1.35	1.03	0.25	0.19	1.79	1.50	0.27	0.25	0.15	0.17	4.02	3.84	73	65	73	150	7.0	8.8	19.4	26.3
	2 M	1.38	1.43	0.25	0.24	1.58	1.69	0.30	0.33	0.17	0.20	4.08	3.26	75	68	103	368	7.0	7.5	17.5	23.3
	3 MK	1.41	1.50	0.26	0.22	1.94	1.72	0.31	0.29	0.16	0.18	4.49	3.13	65	68	118	450	7.5	6.3	16.3	25.0
	4 MS	1.22	1.45	0.26	0.22	1.96	1.78	0.22	0.29	0.15	0.18	5.72	5.82	65	68	115	275	7.0	6.3	17.5	16.3
	5 SK	1.21	1.12	0.25	0.22	1.77	1.75	0.24	0.35	0.15	0.18	5.60	5.82	68	60	89	163	5.6	6.9	17.0	15.0
	6 MSK	1.33	1.43	0.25	0.22	1.86	1.77	0.28	0.38	0.15	0.18	6.28	5.35	63	63	98	300	6.9	6.3	17.5	15.0
	7 Mf	1.13	1.45	0.26	0.22	1.79	1.63	0.25	0.31	0.16	0.18	4.10	3.38	60	65	92	188	6.9	6.3	20.0	20.0
鳳林	1 CK	0.91	—	0.22	—	2.21	—	0.22	—	0.16	—	7.92	—	107	—	158	—	9.0	—	31.3	—
	2 M	0.95	—	0.21	—	2.40	—	0.24	—	0.15	—	7.24	—	75	—	170	—	8.2	—	25.3	—
	3 MK	0.75	—	0.23	—	2.15	—	0.23	—	0.15	—	6.96	—	73	—	153	—	7.5	—	25.0	—
	4 MS	0.96	—	0.22	—	2.05	—	0.25	—	0.16	—	8.73	—	68	—	118	—	8.2	—	26.3	—
	5 SK	1.10	—	0.21	—	2.36	—	0.29	—	0.17	—	10.03	—	68	—	129	—	7.0	—	20.6	—
	6 MSK	1.17	—	0.19	—	2.00	—	0.26	—	0.15	—	9.06	—	70	—	122	—	7.0	—	22.5	—

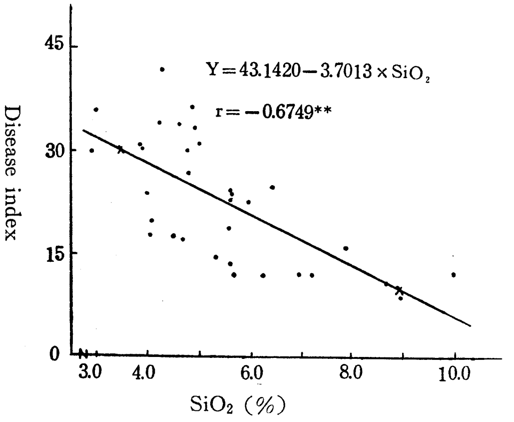

圖 3. 罹病指數與稻株內 SiO_2 含量的關係 (一期作)

Fig. 3 Relationship between disease index and SiO_2 content in the rice plant

此等關係與去年在東部所設 30 觀察點中所得關係大致相同 [1]。唯今年結果中罹病指數與矽的關係更爲密切 (圖 3)。且又增加了其與矽鉀間之比例的關係 (圖 4),即除了矽外,同時考慮鉀時,關係更密切,去年此比例與罹病指數間的關係未達顯著平準。由此可知土壤中施用過量鉀肥時,必須注意植物體內矽鉀的平衡。

又罹病指數與 Zn 含量在二期作中的正相關關係也是去年沒有的。由植物分析結果 (表 5) 知二期作稻株中 Zn 的含量在 15 至 43 ppm之間,其中含量在 20 ppm 以下者有 8 個,即約佔 30 %,植物缺 Zn 或顯 Zn 的毒害濃度雖因作物種類及採樣時期不同而異,但一般在 20 ppm 以下可謂缺乏 [4],正常範圍應在 30 至 400 ppm 以內,毒害濃度則在 400~600 ppm 以上 [4,6]。雖

此等數字係以作物成熟時濃度爲準，但據去年本試驗植物分析結果[1]， Zn 在水稻抽穗期與成熟期含量變化不大。則此種含量應只有偏低，而無過高之理，其所以與罹病指數成正相關關係，應係由於其與 SiO_2 及 Mg 之關係而來。在本試驗中二期作稻株中 Zn 與 Mg 含量成極顯著正相關關係，(r=0.7440**)；而 Zn 與 SiO_2 則成極顯著負相關關係 (r=−0.5310**)

二期作的罹病指數如以稻株中 SiO_2 含量及其中K： Mg 比， SiO_2：K 比三因子估計，其準確度可達82% (R=0.9091**) (圖5) 。

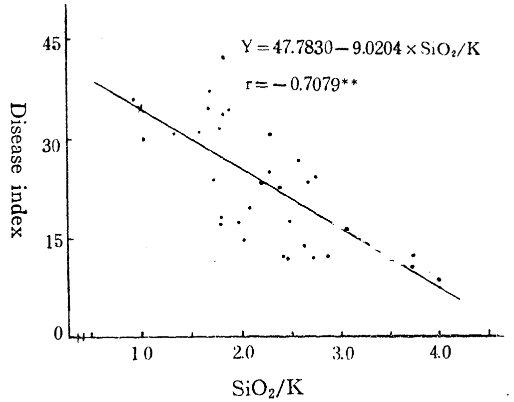

圖 4. 罹病指數與稻株內 SiO_2/K 比的關係 (一期作)

Fig. 4 Relationship between disease index and SiO_2/K ratio in the rice plant

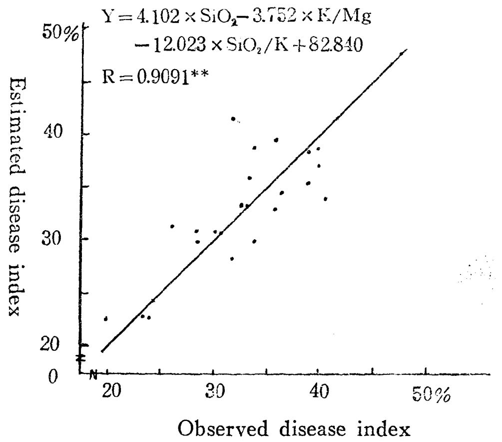

圖 5. 以稻體內 SiO_2 含量 K：Mg 比及 SiO_2：K 比估計之罹病指數與實測值的關係

Fig. 5 Relationship between disease index estimated by K：Mg ratio, SiO_2：K ratio and SiO_2 content of the rice plant and observed disease index (2nd crop)

四、稻穀產量與稻株內礦物元素含量的關係

一期作稻株內礦物元素含量與稻穀產量的關係也與其與罹病指數間的關係相同，即與矽的含量尤其矽鉀比的關係最密切，但係正相關關係。其次爲與稻株內 Fe, Mn 及 Mg 的含量呈負相關關係 (表7) 。

表7. 稻穀產量與稻體內礦物元素含量的關係

Table 7. Relationship between grain yield and mineral components of the rice plant

因變數 Dependent variable	主變數 Independent variable	單相關係數 Simple correlation coefficient	
		1st crop	2nd crop
穀產量 Grain yield	N	−0.1075 ns	0.6207**
	P	0.2650 ns	0.4082*
	K	−0.1460 ns	0.6963**
	Mg	−0.4225*	−0.2889 ns
	SiO_2	0.6778**	0.4540*
	Fe	−0.5148**	0.4478*
	Mn	−0.5932**	0.3021 ns
	Fe/Mn	0.3520*	−0.0221 ns
	K/Mg	0.1222 ns	0.6742 **
	SiO_2/N	0.5505**	0.0607 ns
	SiO_2/K	0.8365**	0.2353 ns

*Significant at 5% level, **significant at 1% level, ns not significant.

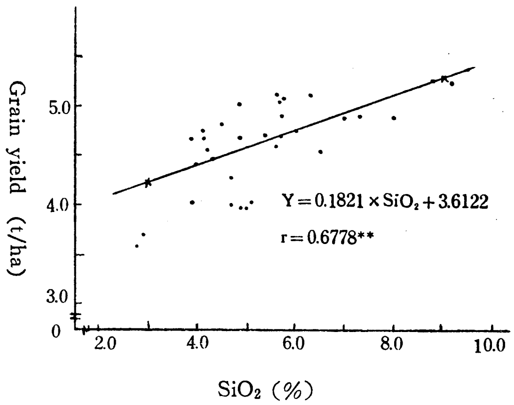

圖 6. 稻穀產量與稻體內 SiO_2 含量的關係

Fig 6. Relationship between grain yield and SiO_2 content in the rice plant

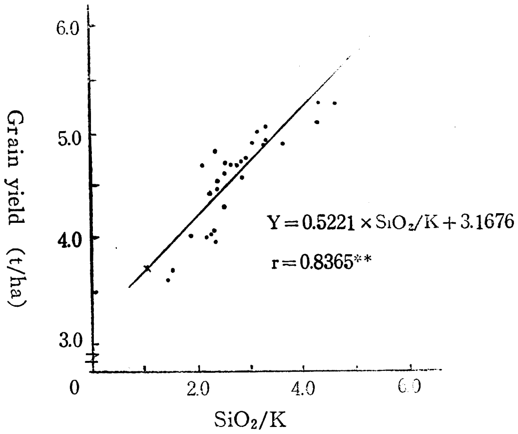

圖 7. 稻穀產量與稻體內 SiO_2/K 比的關係

Fig. Relationship between grain yield and SiO_2/K ratio in the rice plant

去年度在東部所設30觀察點中稻穀產量在兩期作中雖均與稻體內 SiO_2 含量呈極顯著正相關關係，然今年度此關係更為密切（圖6）。而產量與稻體中 SiO_2/K 比的密切關係（圖7）更為去年所未有者。由此更證實作物生長中必須注意其體內營養素的平衡，而施用過量 K 時更是如此。

Park [5] 也曾提出水田土壤管理中營養素間平衡的觀念，並曾指出在韓國欲使水稻達到高產，收穫時稻草中 SiO_2/N, K_2O/N, 及 SiO_2/K_2O 比應分別為11、1.5及7.4。

圖6顯示在本試驗地區內水稻抽穗期時其體內 SiO_2/K 比在3以上時，即可有近 5t/ha 的產量。

二期作中則除與 K/Mg 比，SiO_2 及 Fe 的含量成顯著正相關關係外，與 N, P, K 的關係也達顯著程度。SiO_2/K 比及 SiO_2/N 比雖嚴重影響二期作罹病指數，但與產量關係不顯著。因本試驗二期作產量受氣候不良影響，致其與罹病程度的關係不顯著。

本試驗植物分析資料（表5）中 Fe 的含量一期作在 55—107 ppm 之間，二期作在 55—100 ppm 之間。依 Mortvedt [4] 綜合很多資料對一般作物所定 Fe 的含量為：葉片含量在 50 ppm 以下屬缺乏，50 至 250 ppm 之間屬正常，則本試驗中稻體內 Fe 的含量只有部分偏低的現象，決無過高之理。

Mn 的含量一期作由 55 至 207 ppm，二期作為 145～485 ppm，一期作含量顯較二期作為低。按一般作物中 Mn 的含量在 20 ppm 以下屬缺乏，20～500 ppm 之間屬正常 [4]。則本試驗中植物含 Mn 量均在適當範圍內。

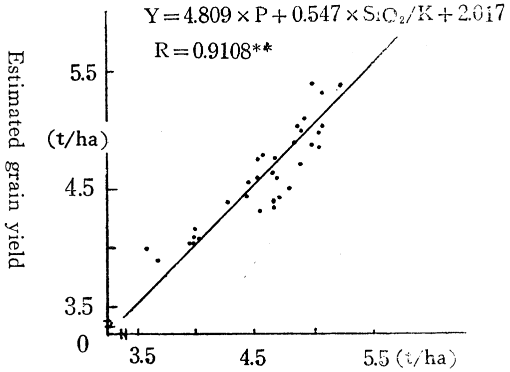

圖 8. 以稻體內 P 及 SiO_2：K 比估計的稻穀產量與實際產量的關係

Fig. 8. Relationship between grain yield estimated by SiO_2··K ratio and P cotnent of the rice plant and observed grain yield (1st crop)

表7顯示一期作中稻穀產量與 Fe 及 Mn 均呈極顯著負相關關係，二期作又與 Fe 呈顯著正相關關係。兩期作中植物含 Fe 量幾乎相同，而與產量的關係恰相反，應係由於 Fe. Mn 與其他元

素間的關係引起，而非其對產量的直接影響。

一期作中K 與 Fe, Mn 均爲顯著正相關關係，其中 K 與 Fe 的相關係數 r=0.4378**. K 與 Mn 的相關係數 r=0.6949** 。二期作中 K 與 Fe. Mn 關係不顯著。

一期作的稻谷產量如以稻體中 P 的含量及 SiO_2/K 比兩因素共同估計，其準確度可高達 82 % (R=0.9108**) ，圖 8 顯示其估計值的準確度。

References

1. 李子純、許兩順・林慶喜・1978 土壤肥力與水稻胡麻葉枯病之關係研究。中華民國農學團體 67 年度聯合年會特刊：20-40.
2. Int. Rice Res. Inst. 1976. Standard evaluation system for rice. International rice testing program. pp. 6-15.
3. Lian, S, 1976. Silica fertilization of rice, In'The Fertility of Paddy Soils and Fertilizer Application for Rice' : 197-219. ASPAC, FFTC, Taipei , Taiwan.
4. Mortvedt, J. J., P. M. Giordano and W. L. Lindsay. 1972. Micronutrients in Agriculture. Soil Sci. Soc. of America, Inc. : 319-341.
5. Park, C. S. 1975. Practice of fertilizer application for rice under the shortage of chemical fertilization in Korea(mimeo. 12p.). Paper delivered at seminar on 'Maintaining Rice Production in the Face of a Shortage of Chemical Fertilizers'. ASPAC, FFTC, Taipei, Taiwan.
6. Uritani, I. 1975. The significance of minor elements on plant physiology : 30-60. ASP AC, FFTC, Taipei, Taiwan.

Amelioration of soil fertility for reducing brown spot incidence in the paddy field of eastern Taiwan [1]

T. S. Lee Wang, L. S. Hsu and C. H. Lin [2]

Summary

A soil fertility survey conducted at 30 sites in eastern Taiwan in 1977 revealed that the severity of brown spot disease of rice was intimately correlated with deficiencies of available manganese, silica and potassium, and that the low yield in that area was related with the widespread incidence of brown spot disease. Based on these results, five field trials were set up by supplying the said elements on severely disease-affected fields in Hualien Hsien in 1978.

Among various treatments, silicate slag (4 t/ha) proved to be the best amendment. It increased grain yield by 11 % in the first rice crop (average of 5 field trials), while doubling the rate of potash (120 t/ha K_2O) increased the yield by 2 % and only 1% increase was obtained by manganese sulfate (100 kg/ha) application. When silicate slag and extra potash were combined, it increased grain yield by 15% in the first and 16 % in the second crop. The effect was excellent when the three elements were applied together; this treatment decreased the disease index by 48 and 34 %, and increased grain yield by 16 and 21% in the first and second crops, respectively.

In addition to the close relations of SiO_2 content and K/Mg ratio in rice plant with disease index and rice yield found in the previous experiment, SiO_2/K ratio was also found to be highly significantly correlated with them. These findings proved the importance of maintaining multifactor balance of nutrient elements in rice cultivation, particularly with respect to silica or extra potash fertilization.

---

1. Contribution No. 912 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Senior Soil Chemist, Department of Agricultural Chemistry, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.
Senior Plant Protectist and Head, and Plant Protectist, Section of Crop Environment Protection, Hualien District Agricultural Improvement Station, Chian, Hualien Hsien, Taiwan 950, ROC.